


RESTORING METHOD FOR ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE

Patent Number: JP11162637
Publication date: 1999-06-18
Inventor(s): KISHIMOTO YOSHIO
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRON CORP
Requested Patent:  JP11162637
Application Number: JP19970322607 19971125
Priority Number(s):
IPC Classification: H05B33/08; H05B33/14; H05B33/26
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To restore short circuit, etc., in an organic light emitting diode, to stabilize the luminance and to provide a restoring method excellent in its element life.

SOLUTION: As a forward pulse voltage for driving is applied from a pulse power source 6 to an organic light emitting diode with a hole carrier layer 3 and an electron carrier layer 4 laminated between a transparent electrode 1 for hole injection and a thin electrode 5 of Al group metal for electron injection, a reverse pulse is occasionally applied, and alumina is formed by anodizing at a short-circuiting spot of the thin electrode 5 of Al group metal for electron injection to restore insulation. Thereby, an element life can be substantially extended by eliminating a leakage current and reducing deterioration of luminance over aging.

Data supplied from the **esp@cenet** database - l2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-162637

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁸H 0 5 B 33/08
33/14
33/26

識別記号

F I

H 0 5 B 33/08
33/14
33/26A
Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-322607

(22) 出願日 平成9年(1997)11月25日

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 岸本 良雄

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 有機発光ダイオードの修復方法

(57) 【要約】

【課題】 有機発光ダイオードにおいて、短絡等の修復作用を引き出し、輝度を安定化させ、かつ素子寿命に優れた修復方法を提供する。

【解決手段】 正孔注入用透明電極1とAl系金属の電子注入用薄膜電極5よりなる電極間に、正孔輸送層3と電子輸送層4とが積層された有機発光ダイオードに、パルス電源6より駆動のための順方向パルス電圧を印加しながら、逆方向パルスを時々印加し、Al系金属の電子注入用薄膜電極5の短絡箇所に陽極酸化によりアルミナ皮膜を形成させて絶縁修復させる。これにより、リーク電流を無くし、輝度の経時変化を小さくして素子寿命を大幅に延ばした。

1 正孔注入用透明電極

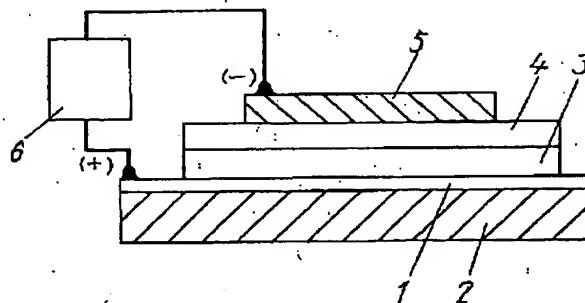
2 基板

3 正孔輸送層

4 電子輸送層

5 Al系金属の
電子注入用薄膜電極

6 パルス電源



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に形成された正孔注入用透明電極と、A1系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードに、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記有機発光ダイオードを発光させながら、かつ逆方向パルス電圧を動作中に時々加え、前記A1系金属の電子注入用薄膜電極の短絡箇所を陽極酸化でアルミナ皮膜を形成させて前記短絡箇所を絶縁修復させることを特徴とする有機発光ダイオードの修復方法。

【請求項2】順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧の印加による発光動作中に印加する逆方向パルスのパルス電圧とパルス幅とパルス周期およびパルス印加時間を、前記逆方向パルスを印加する前に逆方向電流を測定して調整することを特徴とする請求項1記載の有機発光ダイオードの修復方法。

【請求項3】基板上に形成された正孔注入用透明電極と、A1系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードに、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記有機発光ダイオードを発光させながら、かつ逆方向の高圧のパルス電圧を動作中に時々加え、前記A1系金属の電子注入用薄膜電極の短絡箇所の電極材料を蒸発・破壊させることを特徴とする有機発光ダイオードの修復方法。

【請求項4】基板上に形成された正孔注入用透明電極と、A1系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードに、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記有機発光ダイオードを定常的に発光させる前の立ち上がり時に、定常的に発光させるときの電圧より高い順方向の高パルス電圧を印加して、前記有機発光ダイオードのインピーダンスを低下させ、立ち上がり時の発光輝度を向上させることを特徴とする有機発光ダイオードの修復方法。

【請求項5】立ち上がり時の有機発光ダイオードの発光輝度を測定して、立ち上がり時に印加する順方向のパルスのパルス電圧とパルス幅とパルス周期およびパルス印加時間を調整することを特徴とする請求項4記載の有機発光ダイオードの修復方法。

【請求項6】基板上に形成された正孔注入用透明電極と、A1系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードにおいて、前記正孔注入用透明電極と前記A1系金属の電子注入用薄膜電極を行

列状に配して前記有機発光ダイオードの複数個の素子ユニットで面発光モジュールを形成し、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記面発光モジュールを発光させながら、かつ逆方向パルス電圧を動作中に時々加え、前記A1系金属の電子注入用薄膜電極の短絡箇所を陽極酸化でアルミナ皮膜を形成させて前記短絡箇所を絶縁修復させる際に、前記逆方向パルス電圧を印加する前に逆方向の電流値を測定し、その測定値をマイクロコンピュータに入力し、修復に適した逆方向パルスのパルス電圧とパルス幅とパルス周期およびパルス印加時間を求めて自動的に修復印加を行い、自己修復させることを特徴とする有機発光ダイオードの修復方法。

【請求項7】基板上に形成された正孔注入用透明電極と、A1系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードにおいて、前記正孔注入用透明電極と前記A1系金属の電子注入用薄膜電極を行列状に配して前記有機発光ダイオードの複数個の素子ユニットで面発光モジュールを形成し、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記面発光モジュールを定常的に発光させる前に、定常的に発光させるときの電圧より高い順方向高パルス電圧を加えて、前記有機発光ダイオードのインピーダンスを低下させ、立ち上がり時の発光輝度を向上させる際に、前記順方向高パルス電圧を印加する前に、立ち上がり時の有機発光ダイオードの発光輝度を測定してその測定値をマイクロコンピュータに入力し、輝度修復に適した順方向パルスのパルス電圧とパルス幅とパルス周期およびパルス印加時間を求めて自動的に修復印加を行い、自己修復させることを特徴とする有機発光ダイオードの修復方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ディスプレイ、発光ダイオードおよび面発光光源などに用いられる有機発光ダイオードの修復方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から用いられている電場発光デバイス(EL)よりなるディスプレイパネルは視認性が高く、表示能力に優れ、高速応答も可能という特徴を持っている。

【0003】一方、近年、有機化合物を構成材料とする注入形電場発光デバイス(有機発光ダイオードともいう)について報告がなされている[例えば、アプライド・フィジックス・レターズ、第51巻913頁1987年(Applied Physics Letters, 51, 1987, P. 913.)]。この報告で、タング(C. W. Tang)等は有機発光層及び電荷輸送層を積層した構造の有機発光ダイオードを開示している。ここでは発光材料として高い発光効率と電子輸送を併せ持つトリス(8-キノリノール)アルミニ

ウム錯体（以下Alqと記す）を用いて、優れた有機発光ダイオードを得ている。

【0004】また、ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス、第65巻3610頁1989年(Journal of Applied Physics, 65, 1989, p. 3610.)には、有機発光層を形成するAlqにクマリン誘導体やDCM1 (Eastman Chemicals) 等の蛍光色素をドーブした素子を作製し、色素の適切な選択により発光色が変わること、および発光効率も非ドーブに比べ上昇することが記載されている。

【0005】この研究に続いて多くの有機発光ダイオードの研究開発がなされている。また、有機発光ダイオードの電子注入電極としては、仕事関数の小さいMg-Ag、Ca、Ag、Li-Al、およびAlなどの金属薄膜電極が用いられ、蒸着によって電極が形成されている（例えば、特開昭60-165771号公報や特開平5-121172号公報など）。

【0006】また、有機発光ダイオードを安定化させる方法として、製造工程内に順電圧および逆電圧を印加するエージング工程を設け、リーク電流を減らし素子を安定化させる製造方法が特開平4-14794号公報に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】有機発光ダイオードは、有機分子を電気伝導材料として用いているため、無機材料に比べ耐熱性が低く、熱で分解したり炭化したりする。また、有機分子は分子間力の小さい分子性凝集体であるため分子拡散などによる組成変化も起こり易く、伝導度も不安定な挙動を示す。また、有機発光ダイオードに印加される電界強度は $10^5 \sim 10^6$ (V/cm) という非常に高い電界で、有機分子の電気泳動などの分子拡散が非常に起こり易い状況にある。それ故、有機発光ダイオードは、輝度や短絡等による抵抗値が変化しやすく、これらを安定化しなければならないという課題があった。また、素子寿命の長期化を図らなければならないという課題もあった。

【0008】そこで、本発明は有機発光ダイオードの構成材料の特徴を利用して上記従来の問題点を解決するので、有機発光ダイオードの有する自己修復作用を引き出し、輝度を安定化させ、かつ素子寿命に優れた有機発光ダイオードの修復方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための修復方法は、まず、基板上に形成された正孔注入用透明電極と、Al系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードに、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記有

機発光ダイオードを発光させながら、かつ逆方向パルス電圧を動作中に時々加え、前記Al系金属の電子注入用薄膜電極の短絡箇所を陽極酸化でアルミナ皮膜を形成させて前記短絡箇所を絶縁修復させるものである。

【0010】これにより、逆方向パルス電圧を印加することにより、アルミニウムと酸素が化合して電子注入用薄膜電極の短絡箇所にアルミナの絶縁膜が形成され、リーク電流を減らすことができる。この結果、輝度を高めることができるとともに、寿命を延ばすことができる。また、アルミナ形成には酸素を要するため、素子中から不要な溶存酸素を除くことができ、素子の性能を高めることができる。

【0011】また、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧の印加による発光動作中に印加する逆方向パルスのパルス電圧とパルス幅とパルス周期およびパルス印加時間を、前記逆方向パルスを印加する前に逆方向電流を測定して調整するものである。

【0012】これにより、印加する逆方向パルスのパルス条件（パルス電圧とパルス幅とパルス周期およびパルス印加時間）を修復に最適にすることができるため、短絡箇所の絶縁を十分にできるとともに、無断な逆方向パルスを印加することもない自己修復作用ができる。

【0013】また、基板上に形成された正孔注入用透明電極と、Al系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードに、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記有機発光ダイオードを発光させながら、かつ逆方向の高圧のパルス電圧を動作中に時々加え、前記Al系金属の電子注入用薄膜電極の短絡箇所の電極材料を蒸発・破壊させるものである。

【0014】これにより、短絡箇所の陰極、即ち電子注入用薄膜電極を蒸発・破壊させることにより、その箇所の電極を無くすることができるため、その箇所のリーク電流を無くし自己修復させることができる。これにより、輝度を高めることができるとともに、寿命を延ばすことができる。

【0015】また、基板上に形成された正孔注入用透明電極と、Al系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードに、順方向パルス動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記有機発光ダイオードを定常的に発光させる前の立ち上がり時に、定常的に発光させるときの電圧より高い順方向の高パルス電圧を印加して、前記有機発光ダイオードのインピーダンスを低下させ、立ち上がり時の発光輝度を向上させるものである。

【0016】これにより、この順方向の高パルス電圧の

印加により素子内の有機分子の再配列や電気泳動挙動などによって不要な電位障壁がなくなり電荷輸送チャンネルが好ましく形成され、素子の正常な発光部分のインピーダンスが低下して発光輝度が向上し、立ち上がり時の発光輝度を定常発光時の輝度にする事ができる。

【0017】また、立ち上がり時の有機発光ダイオードの発光輝度を測定して、立ち上がり時に印加する順方向のバースのバース電圧とバース幅とバース周期およびバース印加時間を調整するものである。

【0018】これにより、印加する順方向のバースのバース条件を修復に最適にすることができるため、立ち上がり時の有機発光ダイオードの発光輝度を最適にする自己修復作用ができる。

【0019】また、基板上に形成された正孔注入用透明電極と、A1系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードにおいて、前記正孔注入用透明電極と前記A1系金属の電子注入用薄膜電極を行列状に配して前記有機発光ダイオードの複数の素子ユニットで面発光モジュールを形成し、順方向バース動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記面発光モジュールを発光させながら、かつ逆方向バース電圧を動作中に時々加え、前記A1系金属の電子注入用薄膜電極の短絡箇所を陽極酸化でアルミナ皮膜を形成させて前記短絡箇所を絶縁修復させる際に、前記逆方向バース電圧を印加する前に逆方向の電流値を測定し、その測定値をマイクロコンピュータに入力し、修復に適した逆方向バースのバース電圧とバース幅とバース周期およびバース印加時間を求めて自動的に修復印加を行い、自己修復させるものである。

【0020】これにより、短絡箇所の自己修復の制御がマイクロコンピュータを用いて連続的に自動的にできる。このため、連続して輝度が安定し、かつ、素子寿命を延ばすことができる。

【0021】また、基板上に形成された孔注入用透明電極と、A1系金属の電子注入用薄膜電極よりなる一対の電極間に、少なくとも正孔輸送性有機分子からなる正孔輸送層と電子輸送性有機分子からなる電子輸送層とが順次形成された有機発光ダイオードにおいて、前記正孔注入用透明電極と前記A1系金属の電子注入用薄膜電極を行列状に配して前記有機発光ダイオードの複数の素子ユニットで面発光モジュールを形成し、順方向バース動作電圧または順方向直流動作電圧を印加して前記面発光モジュールを定常的に発光させる前に、定常的に発光させるときの電圧より高い順方向高バース電圧を加えて、前記有機発光ダイオードのインピーダンスを低下させ、立ち上がり時の発光輝度を向上させる際に、前記順方向高バース電圧を印加する前に、立ち上がり時の有機発光ダイオードの発光輝度を測定してその測定値をマイクロ

コンピュータに入力し、輝度修復に適した順方向バースのバース電圧とバース幅とバース周期およびバース印加時間を求めて自動的に修復印加を行い、自己修復させるものである。

【0022】これにより、立ち上がり時の輝度の自己修復の制御がマイクロコンピュータを用いて連続的に自動的にできる。このため、立ち上がり時の輝度を安定化させることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0024】（実施の形態1）図1は、本発明の有機発光ダイオードの修復方法に用いる有機発光ダイオードの構造の一例を示すものである。

【0025】この構造は、正孔注入用透明電極1を形成した基板2上に、正孔輸送性有機分子よりなる正孔輸送層3と電子輸送性有機分子よりなる電子輸送層4が順次積層され、さらに電子輸送層4の表面に、A1系金属の電子注入用薄膜電極5が形成されたものである。そして正孔注入用透明電極1と電子注入用薄膜電極5とがバース電源6に接続される。このような構成で有機発光ダイオードを駆動させる場合には、バース電源6より図1に示すように正負電圧の順方向電圧を印加する。

【0026】さらに、この構造をもう少し具体的に説明する。この構造は、正孔注入用透明電極1としてインジウム・錫（ティン）・オキシド（ITO）薄膜を形成したガラス基板2上に、N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine (TPD)よりなる膜厚が80nmの正孔輸送層3と、Alqよりなる膜厚が50nmの電子輸送層4が順次形成され、さらに電子注入用薄膜電極5として厚さが160nmの1.2wt%のリチウム含有アルミニウム薄膜が形成された有機発光ダイオードである。

【0027】なお、本発明に用いる有機発光ダイオードの構成は、基本的には一対の電極間に、電子輸送性有機分子よりなる電子輸送層と正孔輸送性有機分子よりなる正孔輸送層および蛍光発光性有機分子とより構成され、電子輸送性有機分子あるいは正孔輸送性有機分子が蛍光発光性を有する場合は上記のように有機分子よりなる二層の輸送層で構成されるが、蛍光発光性有機分子を別個に加えて三層構造のものもある。また、ドーパントや導電性高分子層などを加えた素子構造も容易に可能である。

【0028】次に、この有機発光ダイオードの修復方法の第1の実施の形態を説明する。この有機発光ダイオードに、直流電源より直流電圧を印加してその発光特性を測定したところ、5.5V印加で3mA/cm²の電流が流れ、110cd/m²の輝度が得られた。また、直流電源の代わりにバース電源6を接続して、バース電圧7V、バース幅5ms、バース周期11msの矩形波よ

りなる順方向パルス電圧を印加して発光させた場合にも直流電圧を印加した場合と同じ輝度が得られた。この順方向パルス電圧の中にパルス電圧15V、パルス幅150msの矩形波よりなる逆方向パルス電圧を20パルス/分の頻度で加えて、有機発光素子を連続駆動したところ、図2に示すように、劣化素子中の短絡箇所7による非発光部分の陰極のリチウム含有アルミニウム薄膜電極51と有機発光層41との界面に陽極酸化作用により緻密なアルミナ層8が検出された。

【0029】これにより、リチウム含有アルミニウム薄膜電極51の短絡箇所にアルミナ層8の絶縁膜が形成され、その箇所のリーク電流が無くなる。その結果、この自己修復作用により従来の定常発光のための順方向電圧のみの駆動による寿命特性に比べ、修復のための逆方向パルス電圧を印加することにより、輝度の経時変化が小さくなり素子寿命が7.1倍に増加した。

【0030】また、短絡箇所に絶縁膜を形成するため、電気的に絶縁するばかりではなく、短絡箇所のリチウム含有アルミニウム薄膜電極51からの金属の溶出を防止することができ、リーク電流を更に抑えることができる。

【0031】また、アルミナ形成には酸素を要するため、素子中から不要な溶存酸素を除去することができ、特性を良くすることができる。

【0032】また、無負荷放置では、輝度が低下したり短絡箇所が増加したりする現象が、観察されており、上記修復方法により動作休止時に起こるこれらの現象も改善できる。すなわち、本発明の有機発光ダイオードは、その構造から光電池やリチウム電池の構造と類似であり、起電力を発生してその作用により短絡箇所を通して素子劣化を起こす。本発明の上記修復方法はこの電池に酸化還元電位以上の電圧を与えて素子の組成を元に戻す働きでもある。

【0033】なお、本発明における実施の形態では、正孔注入用透明電極1として、インジウム・錫（ティン）・オキシド（ITO）薄膜について説明したが、仕事関数の高い透明性電極材料であればいずれでも使用できる。

【0034】また、Al系金属の電子注入用薄膜電極5として、リチウム含有アルミニウムを用いて説明したが、仕事関数の小さいAl-Li合金、Li-Al-Zn合金、Ca-Al合金、Mg-Al合金、Sn-Al-Li合金、Bi-Al-Li合金、In-Al-Li合金などを用いてもよい。

【0035】なお、電子輸送性有機分子としては、電子受容性のパイ電子共役分子が適しており、蛍光発光性の有機金属錯体が主に用いられる。また、正孔輸送性有機分子としては、芳香族ポリアミンや、窒素元素や硫黄元素含有の異環環状縮合多環化合物が適している。

【0036】次に、順方向電圧の印加による発光動作中

に印加する修復のための逆方向パルスのパルス電圧、パルス幅、パルス周期およびパルス印加時間のパルス条件を、このパルスを印加する前に逆方向電流を測定して求める。これにより逆方向電界により効率的な自己修復作用をさせ、素子の特性を一定の範囲内に収め長寿命の素子として駆動させることができる。

【0037】（実施の形態2）次に、第2の実施の形態について図1と図3を参照して説明する。

【0038】図1で示したように、第1の実施の形態で説明したのと同様の有機発光ダイオードに、パルス電源6を接続する。次に、パルス電圧5V、パルス幅5ms、パルス周期11msの矩形波よりなる順方向パルス電圧を印加して発光させ、その中にパルス電圧35V、パルス幅0.1msの矩形波よりなる逆方向電圧を3パルス/分の頻度で加えて、有機発光素子を連続駆動させた。その結果、寿命試験の途中で素子中の短絡箇所7を分析したところ、図3に示すように、陰極のリチウム含有アルミニウム薄膜電極51の一部がなくなっており、短絡箇所のリチウム含有アルミニウム薄膜電極51の飛散・破壊が確認された。これで、素子を破壊に導く不要なリーク電流がなくなり、修復することができる。ここで用いる逆方向パルスの高電圧値は、電極の厚みやパルス幅やパルス頻度などとの関係で決める。

【0039】このように、自己修復作用により、従来の定常発光の順方向パルス印加のみでの寿命特性に比べ、輝度の経時変化が小さくなり素子寿命が5.4倍に増加した。

【0040】（実施の形態3）次に、本発明における第3の実施の形態について説明する。

【0041】図1で示した同様の有機発光ダイオードに、直流電源により直流電圧を印加してその発光特性を測定したところ、5V印加で2.3mA/cm²の電流が流れ、低い電流密度で90cd/m²の均一性の高い輝度が得られた。

【0042】次に、直流電源の代わりにパルス電源6を接続して、電圧5V、パルス幅5ms、パルス周期11msの矩形波よりなる順方向パルス電圧を印加して発光させた。その発光初期にパルス電圧12V、パルス幅100msの矩形波よりなる順方向パルス電圧を3パルス/分の頻度で加えて、有機発光素子を連続駆動したところ、自己修復作用により従来の順方向の発光駆動電圧のみの発光に比べ、立ち上がり時の初期輝度の低下や輝度むらがなくなり、安定した発光動作が得られた。

【0043】これは、この順方向の高電圧パルス印加により素子内の有機分子の再配列や電気泳動挙動などによって不要な電位障壁がなくなり電荷輸送チャネルが好ましく形成され、素子の正常な発光部分のインピーダンスが低下して発光輝度が向上し、特性が向上するという作用によるものである。

【0044】次に、初期発光動作時に印加する順方向の

パルスのパルス電圧、パルス幅、パルス周期およびパルス印加時間のパルス条件を、あるパルス条件で印加して有機発光ダイオードの立ち上がり時の発光輝度を測定し、それらを基にして求める。これにより効率的な自己修復作用をさせることができる。

【0045】（実施の形態4）次に、第4の実施の形態について図4を参照して説明する。

【0046】図4は本発明の有機発光ダイオードの修復方法に用いる有機発光ダイオードをドットマトリクス状に形成した場合の一例を示したものである。

【0047】図4に、正孔注入用透明電極1がストライプ状に形成された基板2上に、正孔輸送性有機分子よりなる正孔輸送層3と電子輸送性有機分子よりなる電子輸送層4が順次積層され、その上に正孔注入用透明電極1と直角方向にさらに電子注入用薄膜電極5がストライプ状に形成された構造を示す。これをパルス電源とスイッチング走査回路によりマトリクスドライブすることにより、面状発光デバイスとしてディスプレイが構成される。

【0048】さらに、この構造をもう少し具体的に説明する。この構造は、正孔注入用透明電極1としてストライプ状に形成したITO薄膜が形成されたガラス基板2上に、TPDよりなる膜厚が80nmの正孔輸送層3と、Alqよりなる膜厚が50nmの電子輸送層4が順次形成され、さらに電子注入用薄膜電極5として厚さが160nmの1.2wt%のリチウム含有アルミニウム薄膜が正孔注入用透明電極1に対して直角方向にストライプ状に形成されたドットマトリクス状の面状の有機発光ダイオードである。

【0049】次に、このドットマトリクス状の面状の有機発光ダイオードを用いた本発明の有機発光ダイオードの修復方法を説明する。

【0050】まず、この有機発光ダイオードの面発光モジュールに、パルス電源を接続してパルス電圧7V、パルス幅5ms、パルス周期11msの矩形波よりなる順方向パルス電圧を印加して定常発光させるようにパルス電源をセットする。上記で説明した短絡箇所の自己修復のための逆方向パルスとして、パルス電圧15V、パルス幅200msまでの任意の矩形波が印加できるようにパルス電源をセットする。また、立ち上がり時の輝度の自己修復のための順方向高電圧パルスとして、パルス電圧12V、パルス幅200msまでの任意の矩形波が印加できるようにパルス電源をセットする。

【0051】次に、上記有機発光ダイオードの面発光モジュールの立ち上がり時の発光輝度を測定してその情報をマイクロコンピュータに入力し、予め設計入力されているマイクロコンピュータの情報と照合し、適した立ち上がり時の輝度の自己修復のためのパルス条件（パルス電圧、パルス幅、パルス周期およびパルス印加時間）を自動的に求めパルス電源に入力する。そして、パルス電

源により初期発光動作時に印加するマイクロコンピュータで求めた順方向のパルスを印加したのち、定常発光のための順方向のパルスを印加する。

【0052】次に、逆方向電流を測定してその情報をマイクロコンピュータに入力し、予め設計入力されているマイクロコンピュータの情報と照合し、短絡箇所の自己修復のためのパルス条件（パルス電圧、パルス幅、パルス周期およびパルス印加時間）を自動的に求めパルス電源に入力する。そして、パルス電源によりマイクロコンピュータで求めた逆方向のパルスを、定常発光のための順方向のパルス中に重畳印加する。

【0053】このようにすることによって、立ち上がり時の輝度の劣化を自動的に回復することができるとともに、面発光モジュールの短絡箇所を自動的に無くすることができる。

【0054】この修復走査を行わせることにより、従来の寿命特性に比べ、輝度の経時変化が小さくなり素子寿命が6.3倍に増加した。また、画面上の欠陥も従来に比べ目立たなくなった。

【0055】また、有機発光ダイオードをドットマトリクス状に形成したデバイスにおいては、短絡箇所がある場合、他の信号線と電氣的に短絡してしまい、発光させる箇所以外の場所も発光することになるが、そのリークによる電圧は必ず順方向の電圧であり、本発明の修復方法にとって好都合である。一般に、このドットマトリクスの素子の駆動は、発光させる直交した信号線にそれぞれ正負のパルス電圧を印加し、それ以外の非発光部は電氣的にアースに落とすことによって、容易に駆動できる。

【0056】

【発明の効果】本発明の有機発光ダイオードの修復方法により、有機発光ダイオードの有する自己修復作用を引き出し、輝度を安定化させ、かつ素子寿命を延ばせるという有利な効果が得られる。

【0057】このように本発明は工業的価値の大なるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における有機発光ダイオードの修復方法に用いる有機発光ダイオードの構成を示す断面図と回路図

【図2】本発明における第1の実施の形態を説明するための有機発光ダイオードの断面図

【図3】本発明における第2の実施の形態を説明するための有機発光ダイオードの断面図

【図4】本発明における第4の実施の形態を説明するための有機発光ダイオードをマトリクス状に形成した面状発光デバイスの平面図

【符号の説明】

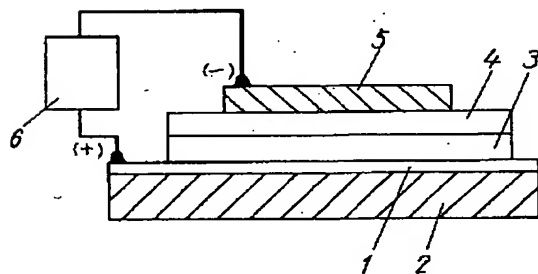
- 1 正孔注入用透明電極
- 2 基板

- 3 正孔輸送層
- 4 電子輸送層
- 5 Al系金属の電子注入用薄膜電極
- 6 パルス電源

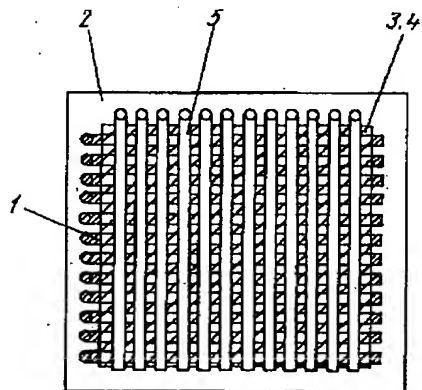
- 7 短絡箇所
- 8 アルミナ層
- 41 有機発光層
- 51 リチウム含有アルミニウム薄膜電極

【図1】

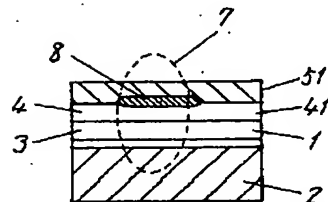
- 1 正孔注入用透明電極
- 2 基板
- 3 正孔輸送層
- 4 電子輸送層
- 5 Al系金属の電子注入用薄膜電極
- 6 パルス電源



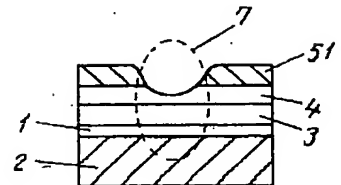
【図4】



【図2】



【図3】



3 PAGE BLANK (USPTO)